

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
 INSTITUT NATIONAL  
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
 PARIS

(11) N° de publication :  
 (à n'utiliser que pour les  
 commandes de reproduction)

2 842 933

(21) N° d'enregistrement national :

02 09491

(51) Int Cl<sup>7</sup> : G 08 B 21/08

## (12)

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 26.07.02.

(71) Demandeur(s) : F AND F INTERNATIONAL — TN.

(30) Priorité :

(72) Inventeur(s) : PHILIPPE FRANCOIS et MONTARON  
PHILIPPE.(43) Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 30.01.04 Bulletin 04/05.

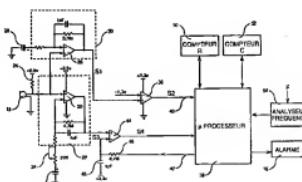
(73) Titulaire(s) :

(56) Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : Se reporter à la fin du  
présent fascicule

(74) Mandataire(s) : CABINET BONNEAU.

## (54) DISPOSITIF DE DETECTION DE LA CHUTE D'UN CORPS DANS UNE PISCINE.

(57) Dispositif destiné à fournir un signal d'alarme lors de la détection d'une onde gravitationnelle générée par la chute d'un corps dans une piscine utilisant un détecteur différentiel comportant des moyens de comparaison (20) pour comparer la valeur de seuil de sensibilité à la valeur du signal électrique reçu et fournir un signal d'alarme lorsque le signal électrique résultant des ondes captées est fourni à un comparateur (44) permet à un microprocesseur (38) programmé de fournir des impulsions de largeur variable (S3) à l'entrée du comparateur de façon à diminuer la sensibilité du dispositif lorsque le dispositif détecte une perturbation atmosphérique. Le microprocesseur déclenche l'alarme lorsque la largeur des impulsions de sortie (S4) du comparateur est plus grande qu'une référence critique pré-déterminée et que la fréquence F dudit signal électrique analogique est comprise entre deux valeurs pré-déterminées F1 et F2.



La présente invention se rapporte à la détection des chocs dans le milieu aquatique et concerne en particulier un dispositif de détection de la chute d'un corps telle que la chute d'un enfant dans une piscine.

5       Beaucoup de villas disposent actuellement d'une piscine principalement dans les régions méridionales. Ces piscines ne sont généralement pas entourées de barrières de sécurité. Le risque est donc grand qu'un jeune enfant non surveillé se promenant près du bord fasse une chute dans l'eau et meurt  
10      Les morts d'enfants par chute dans une piscine représentent actuellement le quart de la mortalité infantile par accidents.

15      On a donc songé à installer des détecteurs d'ondes aquatiques à la surface de l'eau des piscines. Un tel détecteur est activé lorsque la piscine n'est pas attentivement surveillée pour pouvoir donner l'alarme au cas un jeune enfant ferait une chute malencontreuse dans la piscine. Malheureusement, la multiplicité des causes provoquant les ondulations à la surface de l'eau et qui font  
20      réagir ce type d'appareils, rend leur emploi incertain voire inefficace du fait d'éléments parasites difficilement contrôlables, notamment les perturbations dues aux intempéries (vent, pluie) qui provoquent le déclenchement de l'alarme de façon intempestive.

25      Un dispositif de détection de la chute d'un corps dans une piscine, notamment la chute d'un jeune enfant, a été décrit dans la demande de brevet 2.763.684. Un tel dispositif comprend un moyen de conversion des ondes aquatiques captées par un moyen de captage en un signal électrique et un  
30      détecteur différentiel comprenant un moyen de comparaison pour comparer la valeur d'un seuil de sensibilité à la valeur du signal électrique et fournir un signal d'alarme lorsque le signal électrique résulte de la conversion d'une onde

gravitationnelle générée par la chute d'un corps dans la piscine.

Le détecteur différentiel utilisé dans un tel dispositif comporte un seuil de sensibilité réglé en permanence à sa valeur optimale par le signal électrique généré par le moyen de captage, qui ,est fonction des perturbations créées à la surface de la piscine par les perturbations atmosphériques telles que les intempéries ou d'une perturbation occasionnée par la régénération de l'eau de la piscine.

Un tel détecteur différentiel est décrit dans la demande de brevet PCT WO 01/088870. Il comprend des moyens d'autorégulation constitués principalement d'un convertisseur analogique-numérique dont l'entrée est connectée à la sortie d'un amplificateur dont l'entrée est connectée à la sortie du captage des ondes aquatiques pour fournir en sortie un signal numérique en fonction de la perturbation. Un microprocesseur programmé fournit, en réponse à la détection du signal numérique fourni par le convertisseur, un signal numérique à l'entrée "-" du comparateur dont les impulsions ont une largeur variable qui croît en fonction de la durée et de l'importance de la perturbation de façon à augmenter automatiquement le seuil de déclenchement du dispositif d'alarme et donc diminuer sa sensibilité lorsque le capteur acoustique détecte une perturbation atmosphérique telle que du vent ou une perturbation due au système de régénération de l'eau de la piscine.

Un tel dispositif fonctionne parfaitement lorsque la perturbation détectée à l'entrée passe à sa phase optimale d'une manière régulière. Malheureusement, lorsque le système de filtration de la piscine se met en route (brusquement la plupart du temps), ou lorsque la perturbation atmosphérique se déclenche de façon brutale, le dispositif n'a pas le temps d'augmenter son seuil de sensibilité avant que le système d'alarme ne se déclenche de façon intempestive.

En outre, un dispositif de détection de la chute d'un enfant dans une piscine doit être entièrement fiable, c'est à dire qu'il doit détecter cette chute de façon certaine. Il est donc nécessaire qu'un tel dispositif reconnaîsse de façon non équivoque, c'est à dire avec une fiabilité égale à 100%, la « signature » provoquée par la chute d'un enfant dans la piscine.

C'est pourquoi le but de l'invention est de fournir un dispositif de détection de la chute d'un enfant dans une piscine qui puisse reconnaître cette chute sans aucune équivoque tout en procédant continuellement à son autorégulation de façon à éviter tout déclenchement intempestif.

L'objet de l'invention est donc un dispositif destiné à fournir un signal d'alarme lors de la détection d'une onde gravitationnelle générée par la chute d'un corps dans une piscine comprenant un moyen de captage des ondes aquatiques placé sous la surface de l'eau de la piscine, un moyen de conversion des ondes aquatiques captées par le moyen de captage en un signal électrique analogique, et un détecteur différentiel comportant des moyens de comparaison pour comparer la valeur de seuil de sensibilité du détecteur différentiel à la valeur du signal électrique analogique et fournir le signal d'alarme lorsque le signal électrique analogique dépasse la valeur de seuil de sensibilité. Le détecteur différentiel comprend des moyens d'autorégulation constitués principalement d'un convertisseur analogique-numérique recevant en entrée le signal électrique analogique préalablement amplifié et fournissant en sortie un signal numérique lorsque se produit une perturbation dans l'eau, un comparateur dont l'entrée "+" reçoit le signal électrique analogique préalablement amplifié et un microprocesseur programmé pour fournir, en réponse à la détection du signal numérique fourni par le convertisseur, un signal numérique à l'entrée "-" du comparateur dont les impulsions de sortie ont

une largeur variable qui croît en fonction de la durée et de l'importance de la perturbation de façon à augmenter automatiquement le seuil de déclenchement d'un moyen d'alarme et donc diminuer la sensibilité du dispositif lorsque le moyen de captage détecte une perturbation atmosphérique telle que du vent. Le dispositif est caractérisé en ce que le microprocesseur déclenche le moyen d'alarme lorsque la largeur des impulsions de sortie du comparateur est plus grande qu'une référence critique prédéterminée et que la fréquence  $F$  du signal électrique analogique est comprise entre deux valeurs prédéterminées  $F_1$  et  $F_2$ .

Les buts, objets et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit faite en référence aux dessins dans lesquels,

- la figure 1 est un schéma synoptique d'un dispositif de détection de chute d'un corps dans une piscine selon l'invention,

- la figure 2 est un bloc-diagramme d'un dispositif selon l'invention montrant tous les composants du détecteur différentiel,

- la figure 3 est une représentation des diagrammes en fonction du temps des signaux d'entrée et de sortie du premier comparateur utilisé dans le dispositif selon l'invention,

- la figure 4 est une représentation des diagrammes en fonction du temps des signaux d'entrée et de sortie du deuxième comparateur utilisé dans le dispositif selon l'invention,

- la figure 5 est un organigramme du procédé d'autorégulation utilisé dans le dispositif selon l'invention,

- la figure 6 est un organigramme de la phase d'autocalibration utilisée dans le dispositif selon l'invention,

- la figure 7 représente le diagramme de l'amplitude en fonction du temps des ondes aquatiques provoquées par la chute d'un enfant dans une piscine, et

- la figure 8 représente le diagramme de la fréquence des ondes aquatiques provoquées par la chute d'un enfant dans une piscine en fonction de la distance entre l'impact et le détecteur.

5 Selon un mode de réalisation préféré de l'invention illustré sur la figure 1, le dispositif comprend un tuyau coudé 10 dont la partie verticale plonge dans l'eau de manière à ce que l'entrée du tube se trouve à quelques centimètres sous la surface de l'eau de la piscine. Le tube est relié à son 10 extrémité extérieure à une chambre 12 dans laquelle se trouve un microphone 13 connecté à un détecteur différentiel 14. Ce dernier est relié à un moyen d'alarme 16 tel qu'un buzzer ou une sirène ou tout autre dispositif de signalisation par l'intermédiaire d'un interrupteur 18 permettant de déconnecter 15 le moyen d'alarme lorsque la piscine est surveillée.

Le niveau de l'eau à l'intérieur du tube 10 est normalement stable. Mais toute modification de ce niveau provoque une variation de pression de l'air dans le tube et dans la chambre 12 et donne ainsi naissance à une émission 20 d'ondes acoustiques qui sont converties par le microphone 13 en un signal électrique.

L'onde gravitationnelle que génère la chute d'un corps (tel qu'un jeune enfant) dans l'eau de la piscine se propage essentiellement sous la surface de l'eau. Même si elle est 25 visuellement peu perceptible à la surface, elle provoque une variation brusque du niveau à l'intérieur du tube immergé par poussée verticale vers le haut. Quelques millimètres de variation brusque de ce niveau sont alors interprétés par le détecteur différentiel comme un signal déclenchant l'alarme.

30 Par contre, les éventuelles turbulences créées en surface par les intempéries ainsi que le courant horizontal occasionné par la régénération de l'eau causent des variations du niveau à l'intérieur du tube immergé. Ces variations sont captées par le détecteur différentiel mais leur faible amplitude active le

mécanisme d'autorégulation empêchant un déclenchement intempestif de l'alarme.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 1, la partie hors de l'eau est de préférence un boîtier étanche en matière plastique contenant une batterie pour l'alimentation du détecteur, cette batterie pouvant être maintenue en charge par un capteur solaire servant de couvercle au boîtier.

Outre le microphone 13 chargé de capter les signaux acoustiques et le moyen d'alarme 16, le dispositif selon 10 l'invention est principalement constitué du détecteur différentiel qui est illustré sur la figure 2.

Les signaux en provenance du microphone 13 sont transmis d'une part à l'entrée "+" d'un moyen amplificateur à gain constant 20 et d'autre part à l'entrée "+" d'un moyen 15 amplificateur à gain réglable 22 par l'intermédiaire d'une résistance 24 connectée à une tension de 0,8 volt.

Le moyen amplificateur 20 est composé principalement d'un amplificateur opérationnel 26 comportant entre son entrée "-" et sa sortie une résistance (d'une valeur de  $3,3M\Omega$ ) et un 20 condensateur (d'une valeur de  $1nF$ ) servant de contre-réaction pour limiter le gain. L'entrée "-" est reliée à la masse par l'intermédiaire d'un condensateur électrolytique 28 empêchant l'amplification de la tension de repos.

Le moyen amplificateur 22 est composé principalement d'un 25 amplificateur opérationnel 30 comportant entre son entrée "-" et sa sortie une résistance (d'une valeur de  $4,7M\Omega$ ) et un condensateur (d'une valeur de  $1nF$ ) servant de contre-réaction pour limiter le gain. L'entrée "-" est connectée à la masse par l'intermédiaire d'un condensateur électrolytique 32 empêchant 30 l'amplification de la tension de repos et d'un potentiomètre 34 de 210 à 10 000 dont le réglage se fait en fonction du local dans lequel est installé le dispositif d'alarme, le gain nécessaire du moyen amplificateur étant d'autant moins élevé que ledit local est étanche sur le plan acoustique.

La sortie du moyen amplificateur 20 (signal 51) est connectée à l'entrée "+" d'un comparateur 36 qui a pour fonction de transformer le signal analogique fourni par le moyen amplificateur 20 en un signal binaire dont la largeur est fonction de l'importance de la perturbation et qui est transmis au microprocesseur 38 dans le but d'autoréguler le dispositif d'alarme.

En fait, lorsque se produit une perturbation atmosphérique telle que du vent, cette perturbation induit un signal modulé à la sortie du moyen amplificateur 20, un tel signal ayant généralement une fréquence basse comprise entre 10 et 20Hz. Ce signal fourni à l'entrée "+" du comparateur 36 entraîne un signal de sortie numérique (signal S2) à la sortie 40 dudit comparateur et donc à l'entrée du microprocesseur 38. Ce dernier détectant une valeur 1 à la sortie 40 du comparateur 36 transmet alors, après une temporisation donnée, des impulsions numériques sur la ligne de sortie 42 qui ont pour but de diminuer la sensibilité du dispositif de manière à ne pas déclencher l'alarme de façon intempestive en cas de coup de vent comme on le verra par la suite.

La sortie du moyen amplificateur 22 est connectée à l'entrée "+" d'un comparateur 44 qui transforme le signal analogique fourni par le moyen amplificateur 22 en un signal binaire (signal S4) qui est transmis au microprocesseur 38. Lorsqu'un signal correspondant à la chute d'un enfant dans la piscine est reconnu par le microprocesseur 38, celui-ci transmet un signal au moyen d'alarme 16 qui pourrait être un émetteur radio transmettant le signal d'alarme à une centrale d'alarme.

Comme on l'a vu précédemment, le microprocesseur 38 est programmé pour transmettre un signal sur sa sortie 42 lorsqu'il détecte un signal numérique de valeur 1 sur son entrée 40 en provenance du comparateur 36. Ce signal est formé d'impulsions négatives de largeur variable dépendant du nombre et de la

largeur des impulsions de valeur 1 détectées sur l'entrée 40. En effet, en supposant un échantillonnage d'une fréquence de 150Hz de cette entrée, un bit d'entrée d'une fréquence de 15Hz sera donc échantillonné environ 5 fois si le signal reçu est une sinusoïde parfaite. A chaque échantillonnage, la largeur de l'impulsion transmise sur la ligne 42 sera augmentée. De la même façon cette largeur est diminuée chaque fois que le microprocesseur détecte la valeur 0 du signal sur la ligne 40. On voit donc que plus le vent est fort, plus les impulsions transmises à la sortie du comparateur 36 sont larges et plus les impulsions négatives délivrées sur la ligne 42 sont larges également. On obtient ainsi une modulation par largeur d'impulsion.

Les impulsions négatives transmises sur la ligne 42 chargent plus ou moins le condensateur 46 (de valeur  $1\mu F$ ) à travers la résistance 48 (de valeur  $4,7 M\Omega$ ), ce qui fournit une tension dont la valeur dépend de la largeur des impulsions fournies sur la ligne 42. Plus ces impulsions sont larges moins le condensateur 46 se charge, plus le signal de tension ( $S_3$ ) fourni sur l'entrée "-" du comparateur 44 est élevée et moins est grande la sensibilité du comparateur 44 à réagir au signal reçu du capteur 13 pour déclencher l'alarme 16. On doit noter que la durée pendant laquelle le microprocesseur 38 réagit à la présence de la perturbation atmosphérique en transmettant des impulsions négatives de plus en plus larges vers l'intégrateur 46-48 peut être limitée à une valeur maximale telle que 10 ou 20s.

Avec l'autorégulation du seuil de sensibilité qui vient d'être écrit, on voit donc que si le vent se transforme en tempête, l'alarme ne se déclenche pas du fait que le seuil de sensibilité du comparateur 34 a été augmenté automatiquement auparavant.

Comme on le verra dans la suite de la description, le dispositif comporte un compteur de temps R 50 utilisé par le

micropuceur lors du procédé d'autorégulation et un compteur de temps C 52 utilisé par le microprocesseur lors d'une phase d'auto-calibration du dispositif effectué périodiquement. En outre, il existe également un analyseur 54 de la fréquence F du signal reçu par le dispositif qui est utilisé par le microprocesseur pour activer le déclenchement de l'alarme.

En supposant que le signal S1 transmis par l'amplificateur 26 soit le signal sinusoïdal tel que représenté sur le premier diagramme de la figure 3, l'entrée de l'amplificateur 36 agit 10 comme un seuil permettant l'obtention d'une impulsion S2 de largeur TS2 illustrée sur le deuxième diagramme de la figure 3. Comme on va le voir, cette impulsion n'est prise en compte par 15 le microprocesseur 38 que si sa largeur dépasse une première référence minimale REF1 de manière à diminuer la sensibilité maximale, ceci de façon à éviter un déclenchement sans raison du dispositif dû aux erreurs liées aux contraintes de fabrication et aux écarts thermiques.

En supposant que le signal à la sortie de l'amplificateur 30 soit le signal sinusoïdal représenté sur le premier 20 diagramme de la figure 4, il est soumis à deux seuils correspondant à deux valeurs du signal S3 à la borne du condensateur 32 qui permettent d'obtenir les impulsions illustrées respectivement sur le deuxième et le troisième diagrammes de la figure 4. Le premier seuil est un seuil 25 permettant d'obtenir une valeur REF3 au-dessous de laquelle la largeur d'impulsion TS4 obtenue à la sortie du comparateur 44 n'est pas prise en compte. Le deuxième seuil permet d'obtenir une référence REF de largeur d'impulsion au-dessus de laquelle une analyse de la fréquence 1/T des ondes reçues par le 30 dispositif est effectuée et l'alarme est déclenchée si cette fréquence est comprise entre deux valeurs prédéterminées comme on le verra par la suite.

Le procédé d'autorégulation selon l'invention est illustré sur la figure 5. Tout d'abord, au début du procédé, le

micropuceur vérifie si le compteur C a terminé sa décrémentation jusqu'à 0 (ou son incrémentation jusqu'à une valeur maximale), auquel cas sa valeur logique est égale à 1 (étape 60). Si c'est le cas, la phase d'auto-calibration (B) 5 est initialisée après la remise à zéro du compteur C (c'est à dire qu'il se remet à décrémenter ou à incrémenter), l'incrémentation d'une variable N à N+7, N étant le temps de charge du condensateur 46 par le micropuceur et la remise à zéro d'une variable OK qui sera mise à 1 lorsque l'auto- 10 calibration aura eu lieu (étape 61). Sinon, le micropuceur vérifie si le compteur R a terminé sa décrémentation jusqu'à 0 (ou son incrémentation jusqu'à une valeur maximale) auquel cas sa valeur logique est à 1 (étape 62).

Si le compteur R a déjà atteint sa valeur optimale (sa 15 valeur logique est 1), une variable NS définissant le niveau de sensibilité du dispositif est décrémentée de 1 et le compteur R est activé à nouveau (sa valeur logique est à 0) (étape 64). La décrémentation de 1 correspond à une augmentation de la sensibilité du dispositif. A noter que le niveau de sensibilité 20 NS pourrait varier de la valeur 0 (sensibilité maximale) à 40 (sensibilité minimale). A noter également qu'une décrémentation de NS correspond à une diminution du seuil 1 du signal S4 (voir figure 4).

Que la variable NS ait été décrémentée ou non après la 25 vérification du compteur R par le micropuceur, ce dernier détermine si le signal S4 est égal à 0 (étape 66). Si c'est le cas, le micropuceur détermine si le signal S2 est également égal à 0 (étape 66). Si c'est le cas, le procédé est rebouclé à son point de départ sans remettre le compteur R à zéro.

30 Si la valeur de S2 n'est pas égale à 0, le micropuceur détermine si la largeur TS2 de l'impulsion S2 (voir figure 3) est inférieure à REF1 (étape 70). Si c'est le cas, le procédé est rebouclé à son point de départ après remise à zéro des compteurs R et C (étape 72).

Lorsque la valeur de S4 est égale à zéro, le microprocesseur détermine si la largeur TS4 de l'impulsion S4 est comprise entre les valeurs de référence REF2 et REF (étape 74). Si ce n'est pas le cas, le microprocesseur vérifie si la valeur TS4 est inférieure à la référence inférieure REF2 (étape 76) au-dessous de laquelle le signal de perturbation en cause n'est pas considéré comme étant significatif. Si c'est le cas, aucune action n'est entreprise et le procédé est rebouclé à son point de départ après la remise à zéro des compteurs R et C (étape 72).

Lorsque la valeur de TS4 n'est pas inférieure à REF2, c'est à dire qu'elle est supérieure à REF, cela signifie que le signal reçu par le dispositif peut être causé par la chute d'un corps comme expliqué ci-dessous. Le microprocesseur vérifie alors si la fréquence F du signal reçu est comprise entre deux valeurs limites F1 et F2 (étape 78). Si c'est le cas, cela signifie que le signal résulte de la chute du corps d'un enfant dans la piscine comme expliqué ci-dessous et l'alarme est déclenchée (étape 80).

Lorsque S4 est égal à zéro et que TS2 est supérieur à REF1, ou S4 est égal à zéro et que TS4 est compris entre REF2 et REF, ou S3 est égal à zéro et que TS4 est supérieur à REF alors que la fréquence des signaux reçus n'est pas comprise entre les deux valeurs prédéterminées F1 et F2, la valeur NS de la sensibilité est incrémentée de 2 (étape 82). Une telle incrémentation permet de remonter le seuil de sensibilité bien qu'il a pu être diminué d'une unité lorsque le compteur R a déjà atteint 0 ou sa capacité maximale (étape 64). Après cette incrémentation, le procédé est rebouclé à son point de départ après que les compteurs R et C ont été remis à zéro (étape 72). La remise à zéro du compteur R après chaque incrémentation de NS a pour but d'éviter que l'augmentation de la sensibilité du dispositif ne soit pas trop rapide.

Comme on vient de le voir, le déclenchement de l'alarme est subordonné à la détection d'une fréquence déterminée des ondes aquatiques reçues par le détecteur, la détermination de cette fréquence constituant une caractéristique essentielle de l'invention. On a en effet constaté que la vitesse de propagation des ondes aquatiques à la surface de l'eau, et donc leur fréquence, dépend du volume d'eau déplacé et donc du volume et du poids du corps tombant dans l'eau ainsi que de la hauteur de la chute. Dans la mesure où pour un enfant, cette hauteur est à peu près constante, soit de 10 à 20 cm par rapport à la surface de l'eau, elle ne sera pas prise en considération.

En fait, on constate que pour une hauteur de chute donnée, la fréquence des ondes aquatiques est fonction directe du rapport entre le poids et le volume du corps qui chute, c'est à dire sa densité. Ainsi, la chute d'une pierre de densité égale à 3 produit des ondes aquatiques d'une fréquence d'environ 0,6Hz alors que la chute d'un ballon ayant une densité de 0,3 produit des ondes d'une fréquence d'environ 2Hz. Pour un enfant dont la densité est aux environs de 1, la fréquence des ondes aquatiques est comprise entre 0,8Hz et 1,2Hz selon la distance entre le point d'impact et le détecteur.

Si on considère une distance de 5m entre le point de chute de l'enfant et le détecteur, le train d'ondes aquatiques (4 ondes en général) reçu par le détecteur est représenté sur le diagramme de la figure 7. On voit que la première vague (ou onde aquatique) arrive au détecteur après environ 6s et que les trois autres ondes du train d'ondes arrivent à des intervalles  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$  qui vont en décroissant, la moyenne étant d'environ 30 1,12s, soit une fréquence moyenne d'environ 0,9Hz.

La fréquence des ondes détectées par le détecteur est en fait fonction de la distance comme représenté par le diagramme de la figure 8. Plus cette distance est importante et plus la fréquence des ondes est importante. Ainsi, si la distance passe

de 5m à 9m, la fréquence des ondes aquatiques passe d'environ 0,9Hz à environ 1,15Hz en suivant une courbe de type logarithmique. A noter que cette distance ne doit pas être trop importante dans la mesure où plus cette distance est grande, 5 plus le délai de détection après la chute est long. En règle générale, le délai de détection ne devrait pas dépasser 10s.

On vient de voir que le compteur C est remis à zéro après chaque incident, c'est à dire lorsque S2 et/ou S4 n'est pas égal à zéro. Par contre, si aucun incident n'est détecté 10 pendant un temps déterminé, par exemple 15mn, le microprocesseur relance une auto-calibration puisque la valeur du compteur C est égale à 1 (voir étape 60). Avant la phase proprement dite d'auto-calibration du dispositif illustré sur la figure 6, le microprocesseur aura effectué le test « chien 15 de garde » (non montré) et procédé à l'initialisation si c'est la première fois qu'il y a auto-calibration. Cette initialisation consiste à établir une variable TX à 90 représentant le temps en secondes au bout duquel l'auto-calibration pourra être effectuée, à mettre à zéro la variable 20 N représentant le temps de charge du condensateur 46 par le microprocesseur et à mettre à zéro la variable logique OK qui sera remise à 1 lorsque l'auto-calibration aura eu lieu (étape 84).

Durant toute phase d'auto-calibration, la première étape 25 consiste à vérifier si la variable OK est égale à zéro (étape 86). Si ce n'est pas le cas, le programme revient au procédé principal A (voir figure 5) d'auto-régulation. Si la variable OK est égale à 0, le microprocesseur attend d'atteindre la fin 30 du temps TX pour continuer son déroulement (étape 88). A la fin du temps TX, il détermine si la valeur de S2 est égale à 0 (étape 90). Si c'est le cas, il détermine si la valeur de S4 est égale à 0 (étape 92). Si c'est le cas également, la valeur de N est affectée à une constante N<sub>0</sub> qui indique le temps de référence pour la charge du condensateur 46 permettant

d'obtenir le seuil maximum à l'entrée "-" du comparateur 44, le temps TX est établis à 5s et la variable N est incrémentée de 1 (étape 94). Puis, le programme reboucle sur l'étape d'attente de TX (étape 88). On voit donc que le temps de charge N du condensateur est incrémenté tous les 5s et donc le seuil de sensibilité diminué, tant qu'un incident ne se produit pas.

Dès que la valeur de S4 passe à 1 (l'entrée S3 devient inférieure à l'entrée "+" du comparateur), signifiant qu'on a atteint la valeur limite, le microprocesseur décrémente le temps de charge N de 5s pour que l'entrée "—" soit nettement inférieure à l'entrée "+", la constante  $N_0$  est établie à N qui devient ainsi la nouvelle valeur de référence et la variable OK est mise à 1 pour indiquer que la phase d'auto-calibration est terminée (étape 96). Puis le programme est rebouclé à son point de départ.

Lorsque le microprocesseur détermine que la valeur de S2 n'est pas égale à 0 signifiant qu'il y a probablement une perturbation, le temps d'attente TX est remis à 5s et la variable N est établie à la valeur de référence  $N_0$  (étape 98). Le programme est ensuite rebouclé à son point de départ.

## REVENDICATIONS

1. Dispositif destiné à fournir un signal d'alarme lors de la détection d'une onde gravitationnelle générée par la chute d'un corps dans une piscine comprenant un moyen de captage (10) des ondes aquatiques placé sous la surface de l'eau de la piscine, un moyen de conversion (13) des ondes aquatiques captées par ledit moyen de captage en un signal électrique analogique (S1), et un détecteur différentiel (14) comportant des moyens de comparaison (20) pour comparer la valeur de seuil de sensibilité dudit détecteur différentiel à la valeur dudit signal électrique analogique et fournir ledit signal d'alarme lorsque ledit signal électrique analogique dépasse ladite valeur de seuil de sensibilité, ledit détecteur différentiel comprenant des moyens d'autorégulation constitués principalement d'un convertisseur analogique-numérique (36) recevant en entrée ledit signal électrique analogique préalablement amplifié et fournissant en sortie un signal numérique (S2) lorsque se produit une perturbation dans l'eau, un comparateur (44) dont l'entrée "+" reçoit ledit signal électrique analogique préalablement amplifié et un microprocesseur (38) programmé pour fournir, en réponse à la détection dudit signal numérique fourni par ledit convertisseur, un signal numérique (S3) à l'entrée "--" dudit comparateur dont les impulsions de sortie (S4) ont une largeur variable qui croît en fonction de la durée et de l'importance de ladite perturbation de façon à augmenter automatiquement le seuil de déclenchement d'un moyen d'alarme (16) et donc diminuer la sensibilité du dispositif lorsque ledit moyen de captage détecte une perturbation atmosphérique telle que du vent ;  
ledit dispositif étant caractérisé en ce que ledit microprocesseur déclenche ledit moyen d'alarme lorsque

la largeur (TS4) des impulsions de sortie (S4) dudit comparateur est plus grande qu'une référence critique prédéterminée (REF) et que la fréquence F dudit signal électrique analogique est comprise entre deux valeurs prédéterminées F1 et F2.

2. Dispositif selon la revendication 1, dans lequel ledit microprocesseur (38) affecte un niveau de sensibilité (NS) au dispositif, ledit niveau de sensibilité étant incrémenté de 2 lorsque la fréquence F dudit signal électrique analogique n'est pas comprise entre lesdites valeurs prédéterminées F1 et F2 alors que la largeur (TS4) des impulsions de sortie (S4) dudit comparateur (44) est plus grande que ladite référence critique prédéterminée (REF).

15 3. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel ledit niveau de sensibilité est incrémenté de 2 par ledit microprocesseur (38) lorsque la largeur (TS4) des impulsions de sortie (S4) dudit comparateur est comprise entre une deuxième référence minimale prédéterminée (REF2) et ladite référence critique prédéterminée (REF).

25 4. Dispositif selon la revendication 2, dans lequel ledit niveau de sensibilité est incrémenté de 2 par ledit microprocesseur (38) lorsque la valeur des impulsions de sortie (S4) dudit comparateur (44) est égale à 0 alors que la valeur du signal numérique (S2) en sortie dudit convertisseur analogique-numérique (36) n'est pas égale à 0 et que la largeur (TS2) dudit signal numérique est inférieur 30 à une première référence minimale prédéterminée (REF1).

5. Dispositif selon la revendication 4, dans lequel ledit détecteur différentiel (14) comprend en outre un compteur d'autorégulation (50) qui est activé pour décrémenter à

partir d'une capacité prédéterminée jusqu'à 0 ou incrémenter  
à partir de 0 jusqu'à ladite capacité prédéterminée lorsque  
la valeur des impulsions de sortie (S4) dudit comparateur  
(44) étant égale à 0, la valeur du signal numérique (S2) en  
sortie dudit convertisseur analogique-numérique (36) n'est  
pas égale à 0 et sa largeur (TS2) est inférieure à ladite  
première référence minimale (REF1).

6. Dispositif selon la revendication 3 dans lequel ledit  
10 détecteur différentiel (14) comprend en outre un compteur  
d'autorégulation (50) qui est activé par ledit  
microprocesseur (38) pour décrémenter à partir d'une  
capacité prédéterminée jusqu'à 0 ou incrémenter à partir de  
0 ladite capacité prédéterminée (compteur = 0) lorsque la  
15 valeur des impulsions de sortie (S4) dudit comparateur (44)  
étant différent de 0, leur largeur (TS4) est inférieure à  
ladite deuxième référence minimale prédéterminée (REF2).

7. Dispositif selon la revendication 5 ou 6, dans lequel ledit  
20 compteur (50) n'est pas activé pour décrémenter ou  
incrémenter (compteur 0) lorsque la valeur des impulsions de  
sortie (S4) dudit comparateur (44) est égale à 0 et la  
valeur du signal numérique (S2) en sortie dudit  
convertisseur analogique-numérique (36) est égale à 0.

25 8. Dispositif selon la revendication 7, dans lequel, lorsqu'il  
s'avère que ledit compteur d'autorégulation (50) a fini de  
décrémenter ou d'incrémenter (compteur = 1), ledit niveau de  
sensibilité (NS) est décrémenté de 1 par ledit  
30 microprocesseur (38) et ledit compteur est de nouveau activé  
pour décrémenter ou incrémenter (compteur = 0).

9. Dispositif selon l'une des revendication 1 à 8, comprenant  
en outre un compteur d'auto-calibration (52) qui est activé

par ledit microprocesseur (38) pour décrémenter d'une capacité déterminée jusqu'à 0 ou incrémenter à partir de 0 jusqu'à ladite capacité (compteur = 0), une auto-calibration du dispositif étant effectuée lorsque ledit compteur a fini 5 de décrémenter ou d'incrémenter (compteur = 1).

10. Dispositif selon la revendication 9, dans lequel la valeur dudit signal (S3) fourni à l'entrée "-" dudit comparateur (44) résulte de la charge d'un condensateur (46) par des impulsions fournies par ledit microprocesseur (38) pendant un intervalle de temps N, l'auto-calibration consistant à incrémenter de 1 la valeur de N selon une période déterminée tant que les valeurs du signal numérique (S2) en sortie dudit convertisseur analogique-numérique (36) et des 15 impulsions de sortie (S4) dudit comparateur (44) sont égales à 0.
20. Dispositif selon la revendication 10, dans lequel la valeur de N est décrémentée de 5 lorsque la valeur du signal numérique (S2) en sortie dudit convertisseur analogique-numérique (36) est égale à 0 alors que la valeur des impulsions de sortie (S4) dudit comparateur (44) est différente de 0.
- 25 12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 11 dans lequel lesdites fréquences prédéterminées  $F_1$  et  $F_2$  sont respectivement égales à 0,8Hz et 1,2Hz.

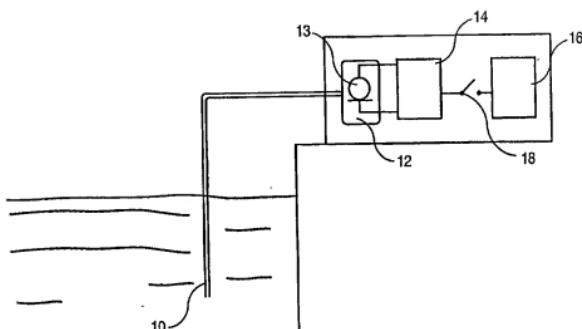


FIG. 1

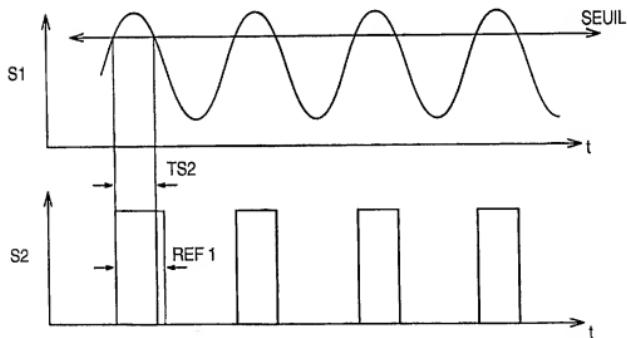


FIG. 3

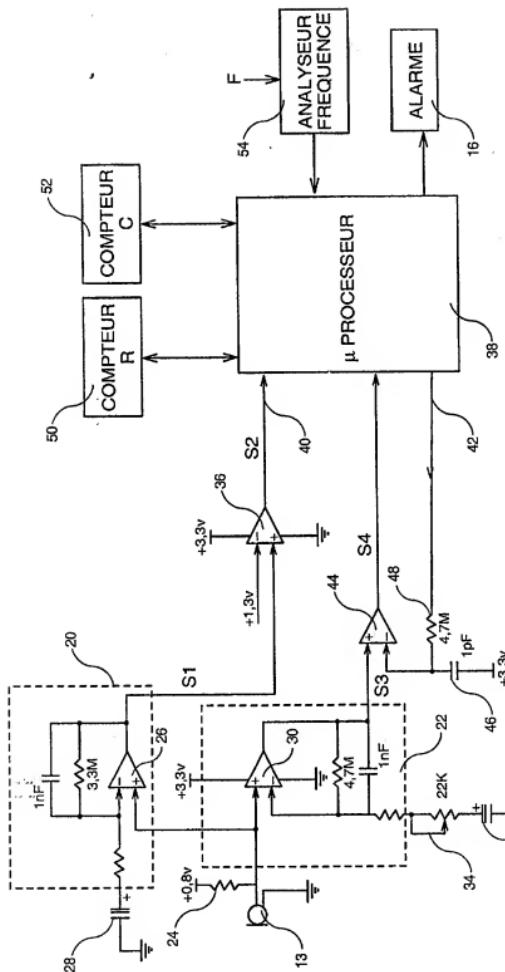


FIG. 2

3/6

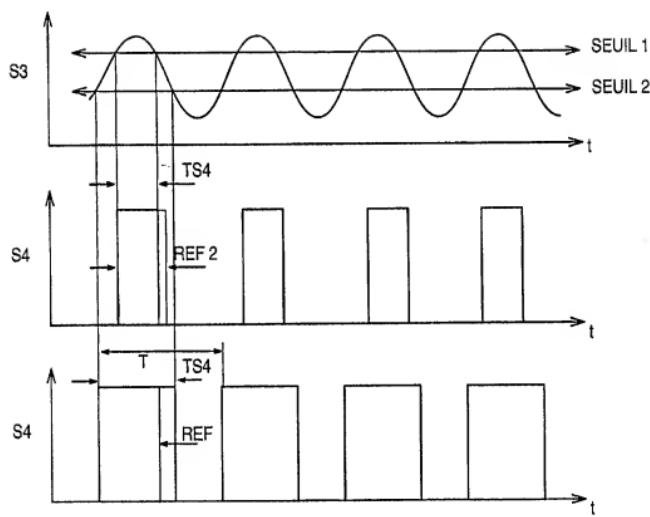
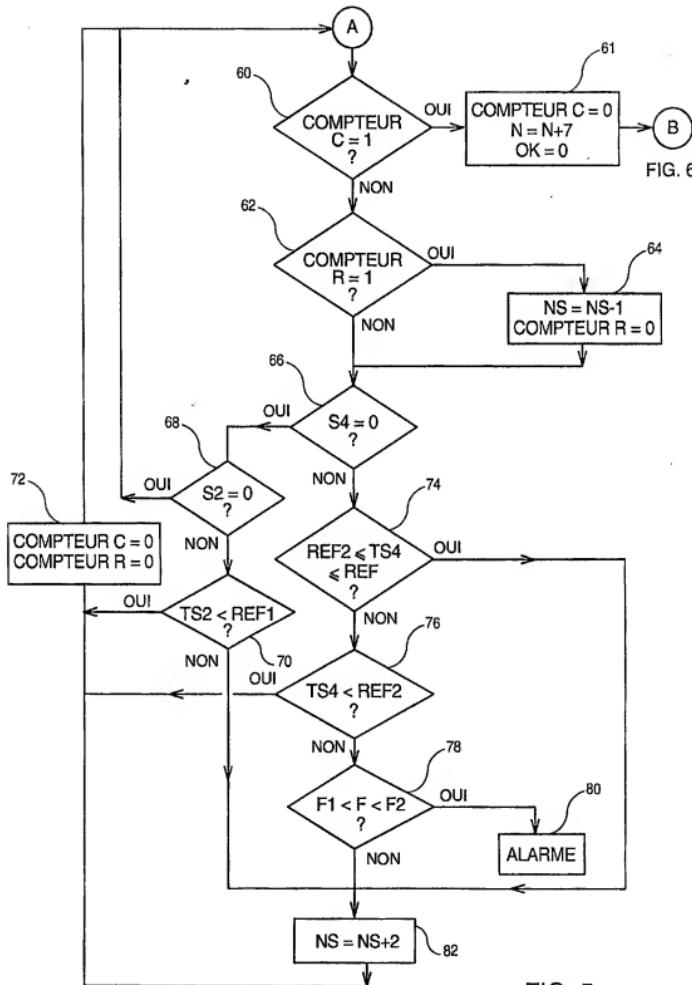
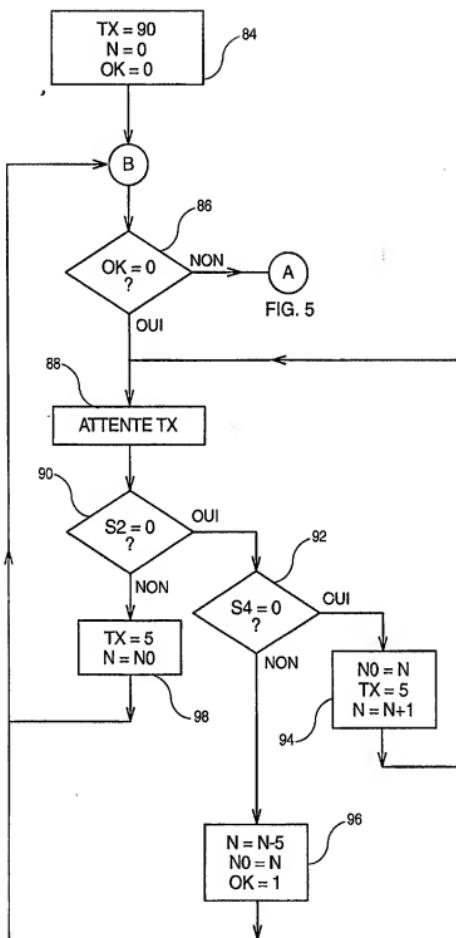


FIG. 4

4/6



5/6



6/6

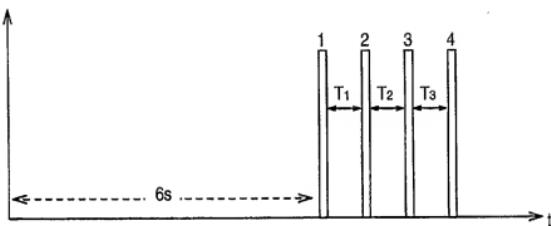


FIG. 7

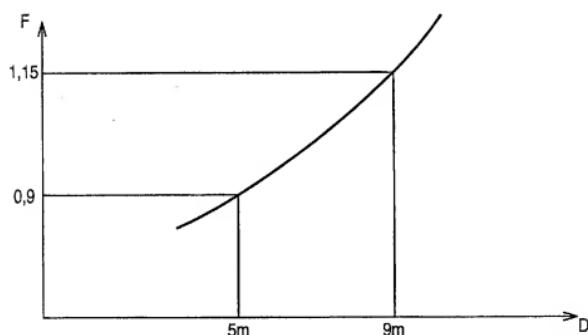


FIG. 8



## RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
nationalFA 621314  
FR 0209491

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                        | Revendication(s) concédée(s) | Classement attribué à l'invention par l'INPI |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|
| Catégorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes                                                        |                              |                                              |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | FR 2 763 684 A (F AND F INTERNATIONAL)<br>27 novembre 1998 (1998-11-27)<br>* page 2, ligne 16 – page 3, ligne 17;<br>figure 3 *        | 1                            | G08B21/08                                    |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | WO 01 88870 A (PHILIPPE FRANCOIS ;F AND F INTERNAT S A R L (TN))<br>22 novembre 2001 (2001-11-22)<br>* revendications 1-10; figure 1 * | 1-12                         |                                              |
| DOMAINES TECHNIQUES<br>RECHERCHÉS (Int.Cl.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                        |                              |                                              |
| G08B                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                        |                              |                                              |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Date d'achèvement de la recherche                                                                                                      | Examinateur                  |                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 24 mars 2003                                                                                                                           | Sgura, S                     |                                              |
| <b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b><br>X : particulièrement pertinent à lui seul<br>Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie<br>A : arrrière-plan technologique<br>C : diversification non-torticue<br>P : document intercalaire<br><br>T : théorie ou principe à la base de l'invention<br>E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.<br>D : cité dans la demande<br>L : cité pour d'autres raisons<br>& : membre de la même famille, document correspondant |                                                                                                                                        |                              |                                              |

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0209491 FA 621314**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **24-03-2003**.  
 Les renseignements fournis sont données à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française.

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |   | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s)                         | Date de<br>publication                               |
|-------------------------------------------------|---|------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| FR 2763684                                      | A | 27-11-1998             | FR 2763684 A1                                                   | 27-11-1998                                           |
| WO 0188870                                      | A | 22-11-2001             | FR 2809215 A1<br>AU 6246401 A<br>EP 1287508 A1<br>WO 0188870 A1 | 23-11-2001<br>26-11-2001<br>05-03-2003<br>22-11-2001 |